

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-052727

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.Cl.

H01M 8/04

H01M 8/06

H01M 8/12

(21)Application number : 11-220889

(71)Applicant : MITSUBISHI HEAVY IND LTD

(22)Date of filing : 04.08.1999

(72)Inventor : NANJO FUSAYUKI

TAKENOBU KOICHI

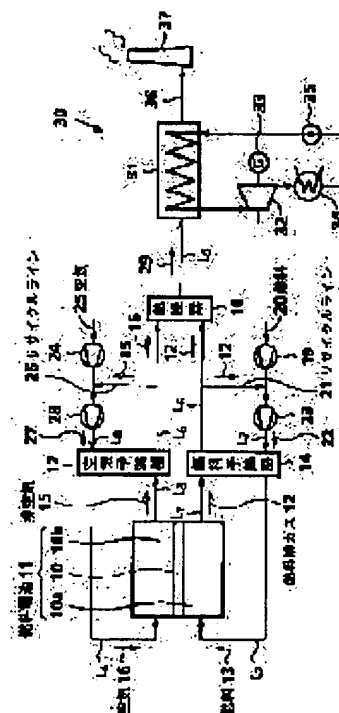
IKEMOTO YASUHIKO

(54) POWER GENERATING SYSTEM BY FUEL CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a power generating system using a solid electrolyte fuel cell having enhanced system efficiency.

SOLUTION: In a power generating system by a fuel cell 11 using a solid electrolyte, after exhausted air 15 exhausted from the air electrode 10b of a fuel cell body is used as heat for heat exchange of an air pre-heater 17, a part of it is mixed with air 25 supplied from a recycle line 26 and is used again by preheating the air, and after fuel exhausted gas 12 exhausted from the fuel electrode 10a of the fuel cell body is used as heat for heat exchange of a fuel pre-heater 14, a part of it is mixed with fuel 20 supplied from a recycle line 21 and is used again by preheating the fuel.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

**End of Result Set**

☐ [Generate Collection](#) [Print](#)

L4: Entry 1 of 1

File: JPAB

Feb 23, 2001

PUB-NO: JP02001052727A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001052727 A

TITLE: POWER GENERATING SYSTEM BY FUEL CELL

PUBN-DATE: February 23, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

NANJO, FUSAYUKI

TAKENOBU, KOICHI

IKEMOTO, YASUHIKO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

COUNTRY

MITSUBISHI HEAVY IND LTD

APPL-NO: JP11220889

APPL-DATE: August 4, 1999

INT-CL (IPC): H01 M 8/04; H01 M 8/06; H01 M 8/12

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a power generating system using a solid electrolyte fuel cell having enhanced system efficiency.

SOLUTION: In a power generating system by a fuel cell 11 using a solid electrolyte, after exhausted air 15 exhausted from the air electrode 10b of a fuel cell body is used as heat for heat exchange of an air pre-heater 17, a part of it is mixed with air 25 supplied from a recycle line 26 and is used again by preheating the air, and after fuel exhausted gas 12 exhausted from the fuel electrode 10a of the fuel cell body is used as heat for heat exchange of a fuel pre-heater 14, a part of it is mixed with fuel 20 supplied from a recycle line 21 and is used again by preheating the fuel.

COPYRIGHT: (C) 2001, JPO



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 固体電解質を用いた燃料電池の発電システムにおいて、

燃料電池本体の空気極から排出した排空気を空気予熱器の熱交換の熱として利用した後、その一部を供給される空気と混合して該空気を予熱して再利用に供すると共に、

燃料電池本体の燃料極から排出した燃料排ガスを燃料予熱器の熱交換の熱として利用した後、その一部を供給される燃料と混合して該燃料を予熱して再利用に供することを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項2】 請求項1において、上記混合後の空気を空気循環ブロワにより空気予熱器へ送給すると共に、上記混合後の燃料を燃料循環ブロワにより燃料予熱器へ送給することを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項3】 請求項1において、上記供給空気と排空気との混合をエジェクタにより行いつつ空気予熱器へ送給すると共に、上記供給燃料と燃料排ガスとの混合をエジェクタにより行いつつ燃料予熱器へ送給することを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項4】 請求項2又は3において、上記空気予熱器により予熱された空気を空気極へ供給する前に少量の燃料を導入し、燃料電池反応温度まで加熱すると共に、上記燃料予熱器により予熱された燃料を燃料極へ供給する前に少量の空気を導入し、燃料電池反応温度まで加熱することを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項5】 請求項1において、上記空気の予熱に利用した排空気の残りと、上記燃料の予熱に利用した燃料排ガスの残りとを混合して燃焼させる燃焼器を備えたことを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項6】 請求項5において、上記燃焼器からの燃焼後の排ガスを発電手段の熱源として利用することを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項7】 固体電解質を用いた燃料電池の発電システムにおいて、

燃料電池本体の空気極から排出した排空気と燃料電池本体の燃料極から排出した燃料排ガスを燃焼器で燃焼させ、高温の排ガスを供給する空気及び燃料の予熱にそれぞれ用いた後、その燃焼排ガスの一部を供給される空気と混合して該空気を予熱して再利用するとことを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項8】 請求項7において、上記混合後の空気を空気循環ブロワにより空気予熱器へ送給することを特徴とする燃料電池発電システム。

【請求項9】 請求項7において、上記供給空気と排空気との混合をエジェクタにより行いつつ空気予熱器へ送給することを特徴とする燃料電池発

電システム。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、システム効率の向上を図った固体電解質燃料電池を用いた発電システムに関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】従来より固体電解質燃料電池（SOFC：Solid Oxide Fuel Cells：以下「燃料電池」という。）を用いた発電システムが種々提案されている。上記燃料電池は、水素或いは炭化水素系ガス（例えばメタン等）を燃料ガスとし、空気を酸化剤として使用し、約1000℃前後（900～1200℃）という高温条件において電池反応により、発電をおこなっている。

【0003】図12に従来の燃料電池を用いた発電システムの一例を示す。従来の燃料電池を用いた発電システムは、固体電解質01aの両側に燃料極01bと空気極01cとを備えた燃料電池01と、該燃料電池01の燃料極01bと空気極01cから各々排出された燃料排ガス02及び排空気03を燃焼する燃焼器04と、該燃焼器04からの排ガス05を用い、新規に供給される燃料06及び空気07を各々予熱する燃料予熱器08、空気予熱器09と、該予熱後の排ガス010を用いて発電を行う排ガス発電手段011とを備えたものであり、該排ガス発電手段011はスチームタービン012と発電機013と復水器014と給水ポンプ015とから構成されており、スチーム016の一部は燃料06の加湿のために、燃料供給ラインに導入されている。

【0004】図13に従来の他の燃料電池を用いた発電システムの他の一例を示す。他の燃料電池を用いた発電システムは、燃料電池021の燃料極021bには燃料022が供給されており、一方の空気極021bには空気023が供給されている。該空気023の供給ライン024には、空気予熱器025が介装されており、空気極021bから排出された排空気026の熱を利用して熱交換されている。上記空気予熱器025からの排ガス027の排ガスラインには排ガスボイラ028が設けられており、該排ガスボイラ028から排出される排空気029は煙突030から排出されると共に、その一部は循環ブロワ031により、空気供給ライン024へ戻され、供給される空気023と混合して空気予熱器025へ導入されている。

【0005】しかしながら、図12に示すような従来の燃料電池発電システムでは、ガス流れが一方であることから電池内温度を許容値内にする為に多量の燃料と空気が必要となる上、燃焼器04、燃料予熱器08及び空気予熱器09を通過して排ガス05の顕熱を利用した後、ボトミングシステムの発電手段011に排ガス010を供給するので、ボトミングシステムのスチームター

ビン012へ供給する入口ガス温度が低く、ボトミング効率が低いという問題があった。

【0006】一方、図13に示す他の従来の燃料電池発電システムでは、供給する空気023へ排ガスボイラ028から排出される排空気029を供給することで空気を予熱しているが、煙突030へ排出される前の排空気029の温度は低く、効率的な予熱ではないという問題がある。

【0007】そこで、本発明は、上記問題に鑑み、燃料電池の発電効率の向上と共にシステム全体の利用効率を向上させる燃料電池発電システムを提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】前述した課題を解決する「請求項1」の発明は、固体電解質を用いた燃料電池の発電システムにおいて、燃料電池本体の空気極から排出した排空気を空気予熱器の熱交換の熱として利用した後、その一部を供給される空気と混合して該空気を予熱して再利用に供すると共に、燃料電池本体の燃料極から排出した燃料排ガスを燃料予熱器の熱交換の熱として利用した後、その一部を供給される燃料と混合して該燃料を予熱して再利用に供することを特徴とする。

【0009】「請求項2」の発明は、請求項1において、上記混合後の空気を空気循環ブロウにより空気予熱器へ送給すると共に、上記混合後の燃料を燃料循環ブロウにより燃料予熱器へ送給することを特徴とする。

【0010】「請求項3」の発明は、請求項1において、上記供給空気と排空気との混合をエジェクタにより行いつつ空気予熱器へ送給すると共に、上記供給燃料と燃料排ガスとの混合をエジェクタにより行いつつ燃料予熱器へ送給することを特徴とする。

【0011】「請求項4」の発明は、請求項2又は3において、上記空気予熱器により予熱された空気を空気極へ供給する前に少量の燃料を導入し、燃料電池反応温度まで加熱すると共に、上記燃料予熱器により予熱された燃料を燃料極へ供給する前に少量の空気を導入し、燃料電池反応温度まで加熱することを特徴とする。

【0012】「請求項5」の発明は、請求項1において、上記空気の予熱に利用した排空気の残りと、上記燃料の予熱に利用した燃料排ガスの残りとを混合して燃焼させる燃焼器を備えたことを特徴とする。

【0013】「請求項6」の発明は、請求項5において、上記燃焼器からの燃焼後の排ガスを発電手段の熱源として利用することを特徴とする。

【0014】「請求項7」の発明は、固体電解質を用いた燃料電池の発電システムにおいて、燃料電池本体の空気極から排出した排空気と燃料電池本体の燃料極から排出した燃料排ガスを燃焼器で燃焼させ、高温の排ガスを供給する空気及び燃料の予熱にそれぞれ用いた後、その燃焼排ガスの一部を供給される空気と混合して該空気

を予熱して再利用することを特徴とする。

【0015】「請求項8」の発明は、請求項7において、上記混合後の空気を空気循環ブロウにより空気予熱器へ送給することを特徴とする。

【0016】「請求項9」の発明は、請求項7において、上記供給空気と排空気との混合をエジェクタにより行いつつ空気予熱器へ送給することを特徴とする。

【0017】

【発明の実施の形態】本発明による燃料電池発電システムの実施の形態を以下に説明するが、本発明はこれらの実施の形態に限定されるものではない。

【0018】「第1の実施の形態」本発明の第1の実施の形態を図1を用いて説明する。図1は燃料電池発電システムの概略図である。図1に示すように、本実施の形態にかかる燃料電池発電システムは、固体電解質10の両側に燃料極10aと空気極10bとを備えてなる燃料電池11と、上記燃料極10aからの燃料排ガス12を燃料極出口ラインL<sub>1</sub>を介して導入し、上記燃料極10aへ燃料極入口ラインL<sub>2</sub>を介して供給する燃料13を予熱する燃料予熱器14と、上記空気極10bからの排空気15を空気極出口ラインL<sub>3</sub>を介して導入し、空気極10bへ空気極入口ラインL<sub>4</sub>を介して供給する空気16を予熱する空気予熱器17と、これら燃料予熱器14及び空気予熱器17からの燃料排ガス12と排空気15とを燃焼器ラインL<sub>5</sub>、L<sub>6</sub>を介して導入した後これらを燃焼させる燃焼器18と、上記燃焼器ラインL<sub>5</sub>から分枝され、該燃焼器18へ導入する前の燃料排ガス12を外部から燃料ブロウ19により供給される新規燃料20へ導入するリサイクルライン21と、燃料予熱器入口ラインL<sub>7</sub>に介装され、新規燃料20と燃料排ガス12とが混合されて温度が上昇した混合燃料22を燃料予熱器14へ供給する燃料リサイクルブロウ23と、上記燃焼器ラインL<sub>6</sub>から分枝され、該燃焼器18へ導入する前の排空気15を外部から空気ブロウ24により供給される新規空気25へ導入するリサイクルライン26と、空気予熱器入口ラインL<sub>8</sub>に介装され、新規空気25と排空気15とが混合されて温度が上昇した混合空気27を空気予熱器17へ供給する空気リサイクルブロウ28と、上記燃焼器18からの排ガスラインL<sub>9</sub>により排出される燃焼排ガス29を用いて発電を行う排ガス発電手段30とを備えたものである。上記排ガス発電手段30は、いわゆるボトミングサイクルと称されており、排ガスボイラ31とスチームタービン32と発電機33と復水器34と給水ポンプ35とから構成されており、上記排ガスボイラ31からの排出される低温の排ガス36は煙突37から外部へ排出している。

【0019】上記システムにおいて、燃料電池本体11の燃料極10aから排出した燃料排ガス12を燃料予熱器14内で熱交換に利用された後、リサイクルライン21により外部から供給される燃料20と混合して再利用

すると共に、燃料電池本体11の空気極10bから排出した排空気15を空気予熱器17内で熱交換に利用された後、リサイクルライン21により外部から供給される空気25と混合して再利用することにより、燃料及び空気の効率的な予熱ができると共に、残りの燃料排ガス12及び排空気15は燃焼器18で燃焼され、該燃焼器18での高温の燃焼排ガス29はボトムリングサイクルにおける排ガス発電手段30の発電効率の向上に寄与する。

【0020】すなわち、後述する試験例に示すように、例えば空気を例にすると、空気予熱器において熱交換を行う場合、新規導入される空気25はリサイクルライン26により供給される排空気15と混合しているので、ある程度予熱がなされ、空気予熱器17での熱交換効率が高くなる。また、燃焼器18へ供給される燃料排ガス12及び排空気15は温度が高いため、排ガスラインL<sub>9</sub>を介して発電手段30へ供給される排ガス29の温度\*

\*が高くなる。この結果、排ガスボイラの熱効率が向上し、発電効率の向上を図ることができる。また、燃焼器18の設置をリサイクルライン21、26の分枝の後流側でしかも発電手段30の直前とするので、燃料排ガス12及び排空気15の燃焼により排ガス温度が上昇し、発電手段30の排ガスボイラ31への供給するガスを高温にすることができ、ボトムリングサイクルでの発電効率も向上する。

【0021】<試験例1>本発明の効果を示す発電システムのヒートマスバランスについて、次に説明する。図2は図1に示す発電システムのヒートマスバランスマップの一例である。ここで、図2中、Tは温度(℃)を示し、Mは質量( $\times 10^3$  Mmol/h)を示す。また、図2に示すシステムのシステム仕様を「表1」に示す。

【0022】

【表1】

	燃料電池	スチームボイラ	合計
プラント出力(発電端)	8.4 MW	2.3 MW	10.7 MW
プラント熱効率(発電端)	48.4 %	13.6 %	62.0 %
燃料利用率	83.9 %		
空気利用率/空気比	79.9 %/1.05		
出力密度	0.390 W/cm <sup>2</sup>		
運転電圧	0.7 V		
電池入口S/C	0.42		
内部改質率	100 %		

【0023】先ず、排出された燃料排ガス12は、燃料予熱器18の熱交換において1041℃から645℃への低下があるものの、この燃料排ガス12をリサイクルライン21により新規導入される燃料20と混合して再循環させることで、新規供給される燃料20の温度が259℃まで上昇する。よって、燃料予熱器18の熱交換負荷は総合的にみると低減される。このことは空気側でも同様である。また、リサイクルライン21、26へ分枝されない残りの排空気15と燃料排ガス12とは燃焼器18で燃焼され、ここで930℃という高温の排ガス29を発生させ、排ガスラインL<sub>9</sub>を介して該高温排ガス29をガス発電手段30へ供給することができる。この結果、排ガスボイラ31では高温のスチームを得ることができ発電効率が向上する。本発明のようにした結果、表1に示すように、ロスの全く無い発電システムを構築することができる。本発明によれば、システムの加熱及び均温化が少空気・少燃料で行える少エネルギー化を図ることができ、燃料電池の信頼性の向上を図ることができる。また、反応に寄与しなかった燃料排ガスを循環するようにしているので、燃料改質に必要な水蒸気の外部供給が不要となり、装置のシンプル化が可能となる。また、燃料利用率の向上により、システムの高効率化が可能となる。

【0024】[第2の実施の形態] 本発明の第2の実施の形態を図3を用いて説明する。図3は燃料電池発電システムの概略図である。図1に示す第1の実施の形態に※50

※かかるシステムでは新規供給する燃料20と燃料排ガス12との混合はラインを接続して自然混合したものをリサイクルブロー23により、燃料予熱器14へ導くようにしている(空気も同様)が、図3に示す本実施の形態では新規燃料と燃料排ガスとの混合及び新規空気と排空気との混合をエジェクタを用いて強制的に混合し、且つ予熱器へ送給するシステムとするものである。なお、その他の構成は図1と同様であるので、図1と同一符号を付して、その説明は省略する。図3に示すように、本システムにおいては、燃料排ガス12と新規供給燃料20との混合をエジェクタ38を用いて行うと共に、排空気15と新規供給空気25との混合をエジェクタ39を用いて行うようにしている。このようにエジェクタ38、39を用いることにより、既存のリサイクルブローが使えない高温領域でのガスリサイクルが可能となる。

【0025】[第3の実施の形態] 本発明の第3の実施の形態を図4を用いて説明する。図4は燃料電池発電システムの概略図である。図4に示す燃料電池発電システムは、図1のシステムにおいて、燃料電池11への供給前の燃料ガス13及び空気16の加熱温度が低い場合に、部分燃焼手段を設置したものである。ここで、上記部分燃焼手段としては、例えば図4に示すように、予め燃料熱交換器14にて予熱された燃料供給ラインL<sub>2</sub>に介装する燃焼式燃料予熱器41であれば、外部から空気25を少量供給することにより、予熱された燃料13の一部と供給された空気25とを燃焼させて供給ガスの温

度を上昇させることで、燃料自体を追い焚きするものである。一方、予め空気熱交換器17にて予熱された空気供給ライン14に介装する燃焼式燃料予熱器42であれば、外部から燃料20を少量供給することにより、予熱された空気16の一部と供給された燃料20とを燃焼させて供給ガスの温度を上昇させることで、空気自体を追い焚きするものである。

【0026】本実施の形態によれば、本来であれば、ガス温度を30℃上げるために、更に伝熱面積の大きな熱交換器を備える必要があるが、該熱交換器を大型化することなく、温度を例えば920℃から燃料電池の効率的なガス温度である950℃まで容易に上昇させることができる。

【0027】〔第4の実施の形態〕本発明の第4の実施の形態を図5を用いて説明する。図5は図1のシステムの燃料電池部分を具体化した燃料電池モジュールを用いたシステムの一例を示す。

【0028】図5に示すように、本実施の形態にかかる燃料電池モジュールは、隔壁51を配して内部を上部屋52と下部部屋53との二部屋に区分けしてなるモジュール本体54と、上記モジュール本体54の下部部屋53内に設けられ、両面に空気極と燃料極とを設けた発電膜を複層してなる燃料電池スタック55と、上記燃料電池スタック55の下面側（地側）に設けられ、発電温度まで十分に加熱した燃料13を供給する燃料室56と、上記燃料電池スタック55の両側面に各々配されてなり、該燃料電池スタック55に発電温度まで十分に加熱した空気16を供給する空気室57a及び排空気15を排出する空気室57bと、上記モジュール本体54の上部屋52内に設けられ、上記空気室57aへ供給する空気16を加温する空気予熱器17と、上記モジュール本体54の基底部58内に設けられ、上記燃料室56へ供給する燃料13を加熱する燃料予熱器18とを具備してなるものである。ここで、本実施の形態では、上記モジュール本体54を隔壁51により区分けした上部室52は外部から供給される空気25を予熱する空気予熱器17を配設した空気予熱室と称し、下部室53は燃料電池スタック55を収納するスタック室と称している。

【0029】なお、上述した構成以外の燃料排ガス12のリサイクルライン21と、燃料排ガス12と燃料ブロワ19により供給される新規燃料20と混合した混合ガス22を燃料予熱器14へ供給する燃料循環ブロワ23と、排空気15のリサイクルライン26と、排空気15と空気ブロワ24により供給される新規空気25と混合した混合ガス27を空気予熱器17へ供給する空気循環ブロワ28と、燃料排ガス12と排空気15とを燃焼する燃焼器18及び該燃焼器18からの排ガス29を利用して発電するボトムリングサイクルの発電システム30は、図1に示すものと同様であるので、同一符号を付している。なお、本実施の形態のモジュール内には燃焼器

18を設けずに、ガスタービン31の近傍に設けるようにしたので、燃料排ガス12及び排空気15のままで引回して移送し、ガスタービン31の近傍に設けた燃焼器18で燃焼させているので、燃焼後に高温の排ガスを引き回すことによる熱ロスを防止することができる。

【0030】本実施の形態では、図6に示すように、上記燃料電池スタック55は、発電膜を起立した状態でインタコネクタを交互に介して少量（例えば9段）列設してサブスタック61を構成してなり、該サブスタック同士を集電部材（図示せず）を用いて複数列（例えば10列：61-1～61-10）交互に連結して貨車状横置スタックとしたものとしている。この貨車状横置スタック55には空気供給管62と空気排出管63とが左右交互に連結されており、例えば第1のサブスタック61-1を例にすると、空気予熱室から供給された空気16を左側の空気室57aに供給させ、電池反応終了後には右側の空気室57bから排空気15を排出している。なお、貨車状横置スタック55の両端部に位置するサブスタック61-1、61-10には、集電棒64を具えた集電板65が各々設けられており、これらにより集電している。

【0031】〔第5の実施の形態〕本発明の第5の実施の形態を図7を用いて説明する。図7は図1のシステムの燃料電池部分を具体化した燃料電池モジュールを用いたシステムの一例を示す。

【0032】本実施の形態にかかる燃料電池モジュールは、2枚のガス不透過性の隔壁71、72を配して内部を上部屋73、中間部屋74、下部部屋75の三部屋に区分けしてなるモジュール本体76と、上記モジュール本体76の下部部屋75内に設けられ、両面に空気極と燃料極とを設けた発電膜を複層してなる燃料電池スタック77と、上記燃料電池スタック77の下面側に設けられ、燃料13を供給する燃料室78と、上記燃料電池スタック77の両側面に各々配されてなり、該燃料電池スタック77に空気16を供給すると共に排空気15を排出する空気室79と、上記モジュール本体76の上部屋73内に設けられ、上記空気室79へ供給する空気16を加熱する空気予熱器17とを具備してなるものである。上記空気室79は隔壁79aにより上下二分割されており、上部室を排空気室79bとすると共に下部室を供給空気室79cとし、上記空気予熱器17と上記供給空気室79cとを連通する空気供給管（内管）80と、該空気供給管80の周囲を覆い、上記モジュール本体76の上部屋73と下部部屋75との間に設けられた中間部屋74と上記排空気室79bとを連通する空気排出管（外管）81とが設けられており、二重管構造としている。

【0033】ここで、本実施の形態では、上記モジュール本体76をガス不透過性の隔壁71、72により区分けした上部部屋73を空気予熱室とし、下部部屋75を

燃料電池スタック77を収納するスタック室としており、中間部屋74は排空気15を一時的に貯留する排空気溜室としている。

【0034】そして、空気予熱器17により予熱された空気16を空気供給管80を介して供給空気室79cへ導入すると共に、排空気室79bからの排空気15を空気排出管81を介して中間部屋74へ送るようにしている。また、燃料電池スタック77からの燃料排ガス12は下部部屋75に排出されるが、循環利用され燃料予熱器18へ導入され、その後リサイクルライン21によりその一部は新規供給される燃料20と混合して再利用される。排空気15は空気予熱器17で新規供給される空気25を予熱した後、外部に排出され、その一部はリサイクルライン26で空気の前熱に利用し、残りは燃焼器18に導入されて燃料排ガス12と共に燃焼して、ここで高温の排ガス29を発生させ、排ガスラインを介してガス発電手段30へ供給することができる。この結果、排ガスボイラ31では高温のスチームを得ることができ発電効率が向上する。

【0035】また、中間部屋75である排空気15を一時的に貯留する排空気溜室を、上部部屋73である空気予熱室の下部側に設けているので、空気予熱器17下部全体を保温できる。

【0036】本実施の形態では、図8に示すように、上記燃料電池スタック77は、発電膜を起立した状態でインタコネクタを交互に介して少量（例えば9段）列設してサブスタック77を構成してなり、該サブスタック同士を集電部材（図示せず）を用いて複数列（例えば10列）交互に連結して貨車状横置スタックとしたものとしている。また、本実施の形態においては、上記スタック77の両側に設けた空気室79は、上記空気予熱器17により高温に予熱された空気16が空気供給管（内管）80を介して内部に供給されると共に、電池反応後の斜め上方へ排出される排空気15を空気排出管（外管）81を介して中間部屋74の排空気溜室へ送り、ここで貯留された排空気15は空気予熱器17で新規空気25の加熱をし、その後、外部へ該燃焼排ガス28はその後空気予熱器23に導入され、外部から導入される空気20と熱交換している。このように、空気16の供給及び排空気15の排出を2重管（空気供給管80、空気排出管81）を介して行うため、特別な装置を必要とせずに排空気の熱を供給空気の昇温に利用でき、当該部分に熱交換器の機能を賦与することができる。

【0037】〔第6の実施の形態〕本発明の第6の実施の形態を図9を用いて説明する。図9は図1の燃料電池発電システムの応用例を示す。

【0038】図1に示す第1の実施の形態では、新規供給する燃料と空気を両方とも予熱したものであるが、本実施の形態では、新規供給する空気のみを予熱するシステム例を示す。

【0039】図9に示すように、本実施の形態にかかる燃料電池発電システムは、固体電解質10の両側に燃料極10aと空気極10bとを備えてなる燃料電池11と、上記燃料極10aからの燃料排ガス12と空気予熱器17からの排空気15とを燃焼させる燃焼器18と、該燃焼器18での燃焼後の排ガス29の熱を利用して新規導入される燃料20の加熱を行う燃料予熱器14と、該燃料予熱器14からの排ガス29の熱を利用して空気の加熱を行う空気予熱器17と、該空気予熱器17からの排ガス29の一部を外部から空気ブロワ24により供給される新規空気25へ導入するリサイクルライン26と、新規空気25と排ガス29とが混合されて温度が上昇した混合空気27を空気予熱器17へ供給する空気リサイクルブロワ28と、上記空気予熱器17からの排ガス29を用いて発電を行う排ガス発電手段30とを備えたものである。上記排ガス発電手段30は、いわゆるボトムリングサイクルと称されており、排ガスボイラ31とスチームタービン32と発電機33と復水器34と給水ポンプ35とから構成されており、上記排ガスボイラ31からの排出される低温の排ガス36は煙突37から外部へ排出している。

【0040】上記システムにおいて、燃料電池本体11の燃料極10aから排出した燃料排ガス（1040℃）12と空気予熱器17からの排空気（1040℃）15とを燃焼器18で燃焼させることにより、高温の排ガス（1500℃）を得ることができ、燃料予熱器14及び空気予熱器17で順次燃料20及び空気を予熱し、排ガス29の温度が830℃と下がるものの、該排ガスをリサイクルライン26により、新規導入される空気25と混合させることにより、混合空気の温度を650℃と向上させ、空気予熱器での熱交換の負荷を低減させるようにしている。また、ボトムリングサイクルにおける排ガス発電手段30の発電効率も向上させるようにしている。なお、燃料予熱器14及び空気予熱器17は高温（1200℃以上）の熱交換をする場合には、例えばセラミックスの熱交換器を使用するようにすればよい。

【0041】＜試験例2＞本発明の効果を実証するための本発明と従来技術との発電システムへ供給するヒートマスバランスについて、次に説明する。図10は図9に示す発電システムの空気側のヒートマスバランスマップの一例である。ここで、図10中、Tは温度（℃）を示す。

【0042】図10（a）は本発明の試験品であり、図10（b）は図13に示した比較例の比較品である。システム構成は両者同一とし、燃料電池の空気極からの排空気15を排ガスボイラ31へ供給する前にリサイクルライン26Aで循環する試験システムと（図10（a））、排ガスボイラ31の前流側ではリサイクルラインを設けずに、排ガスボイラ31の後流側でリサイクルライン26Bを設け、空気予熱器17へリサイクルし



た従来システム(図10(b))とを比較した。条件均一化のために、両者のリサイクルする循環量は同一とし、空気予熱器の熱交換の熱貫流率は30Kcal/m<sup>2</sup>h℃と一定とし、排ガス組成も空気のままとしている。なお、空気予熱器17へ供給される排空気15の温度は110\*

\*0℃と鉄製の熱交換器で熱交換可能な温度としている点が図9と異なる。その結果を表2に示す。

【0043】

【表2】

	試験例	従来例
排ガスボイラ入口ガス温度	533℃	253℃
排ガスボイラ吸収熱量	11582kcal/h	7797kcal/h
排ガスボイラ温水製造量	61.7kg/h	41.5kg/h
排ガスボイラ必要電熱面積	2.13m <sup>2</sup>	3.85m <sup>2</sup>
空気予熱器必要電熱面積	7.28m <sup>2</sup>	9.90m <sup>2</sup>
合計	9.41m <sup>2</sup>	13.75m <sup>2</sup>

【0044】表2及び図10(a)に示すように、空気予熱器17から排出された直後の排空気15をリサイクルライン26Aで再循環させる場合には、ボトムサイクル側の効率である排ガスボイラでの温水製造量が比較例に比べて1.5倍以上に向上し、しかも空気予熱器17及び排ガスボイラの必要電熱面積の総量も9.41m<sup>2</sup>と極めて少なく、よいことが判明した。

【0045】[第7の実施の形態] 本発明の第7の実施の形態を図11を用いて説明する。図11は燃料電池発電システムの概略図である。図9に示す第6の実施の形態にかかるシステムでは新規供給する空気25と排ガス29との混合はラインを接続して自然混合したものをリサイクルブロワ28により、空気予熱器17へ導くようにしているが、図11に示す本実施の形態では、新規空気29と排ガス29との混合をエジェクタを用いて強制的に混合し、且つ予熱器へ送給するシステムとするものである。なお、その他の構成は図9と同様であるので、

【0046】図11に示すように、本システムにおいては、排ガス29と新規供給空気25との混合をエジェクタ38を用いて行うようにしている。このようにエジェクタ38を用いることにより、既存のリサイクルブロワが使えない高温領域でのガスリサイクルが可能となる。

【0047】

【発明の効果】以上述べたように、[請求項1]の発明によれば、固体電解質を用いた燃料電池の発電システムにおいて、燃料電池本体の空気極から排出した排空気を空気予熱器の熱交換の熱として利用した後、その一部を供給される空気と混合して該空気を予熱して再利用に供すると共に、燃料電池本体の燃料極から排出した燃料排ガスを燃料予熱器の熱交換の熱として利用した後、その一部を供給される燃料と混合して該燃料を予熱して再利用に供するので、燃料及び空気の効率的な予熱ができる。また、燃料利用率の向上も可能となる。

【0048】[請求項2]の発明によれば、請求項1において、上記混合後の空気を空気循環ブロワにより空気予熱器へ送給すると共に、上記混合後の燃料を燃料循環※50

※ブロワにより燃料予熱器へ送給するので、熱交換後のガスは低温となっており、低温のブロワで送給が可能となる。

【0049】[請求項3]の発明によれば、請求項1において、上記供給空気と排空気との混合をエジェクタにより行いつつ空気予熱器へ送給すると共に、上記供給燃料と燃料排ガスとの混合をエジェクタにより行いつつ燃料予熱器へ送給するので、既存のリサイクルブロワが使えない高温領域でのガスリサイクルが可能となる。

【0050】[請求項4]の発明によれば、請求項2又は3において、上記空気予熱器により予熱された空気を空気極へ供給する前に少量の燃料を導入し、燃料電池反応温度まで加熱すると共に、上記燃料予熱器により予熱された燃料を燃料極へ供給する前に少量の空気を導入し、燃料電池反応温度まで加熱するので、伝熱面積の大きな交換器を備えることなく燃料電池の効率的なガス温度まで容易に上昇させることができる。

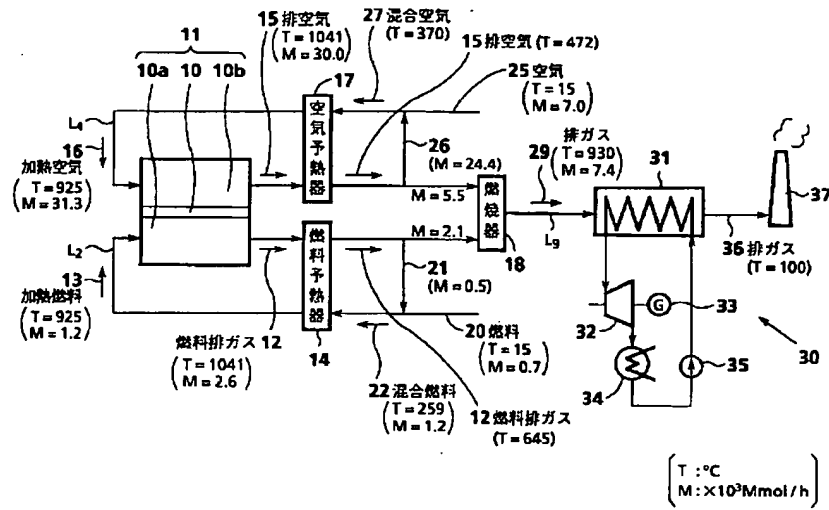
【0051】[請求項5]の発明によれば、請求項1において、上記空気の予熱に利用した排空気の残り、と、上記燃料の予熱に利用した燃料排ガスの残り、とを混合して燃焼させる燃焼器を備えたので、残りの燃料排ガス及び排空気を燃焼器で燃焼させて高温の燃焼排ガスを得ることができる。

【0052】[請求項6]の発明によれば、請求項5において、上記燃焼器からの燃焼後の排ガスを発電手段の熱源として利用するので、残りの燃料排ガス及び排空気は燃焼器で燃焼され、高温の燃焼排ガスがボトムサイクルにおける排ガス発電手段での発電効率の向上に寄与する。

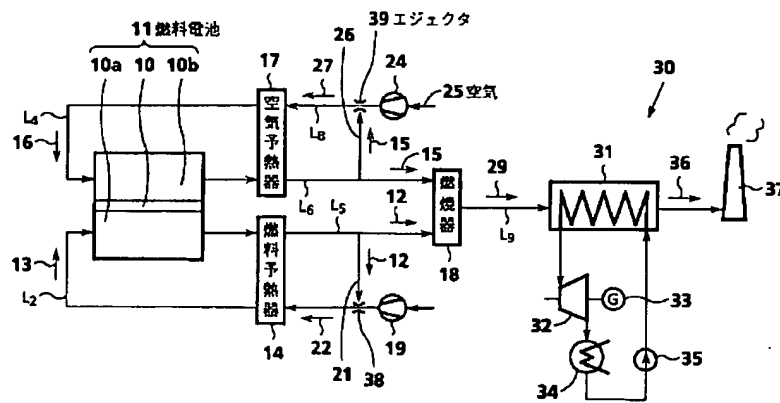
【0053】[請求項7]の発明によれば、固体電解質を用いた燃料電池の発電システムにおいて、燃料電池本体の空気極から排出した排空気と燃料電池本体の燃料極から排出した燃料排ガスを燃焼器で燃焼させ、高温の排ガスを供給する空気及び燃料の予熱にそれぞれ用いた後、その燃焼排ガスの一部を供給される空気と混合して該空気を予熱して再利用するので、空気の効率的な予熱ができ、熱交換器のコンパクト化を図ることができる。



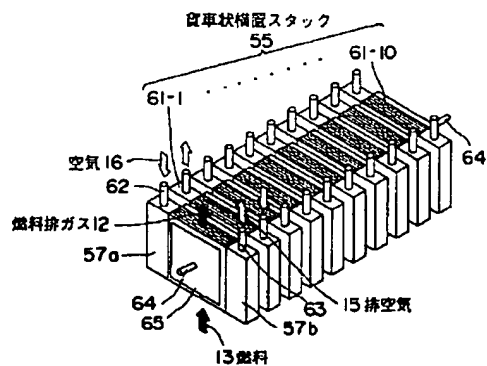
【図2】



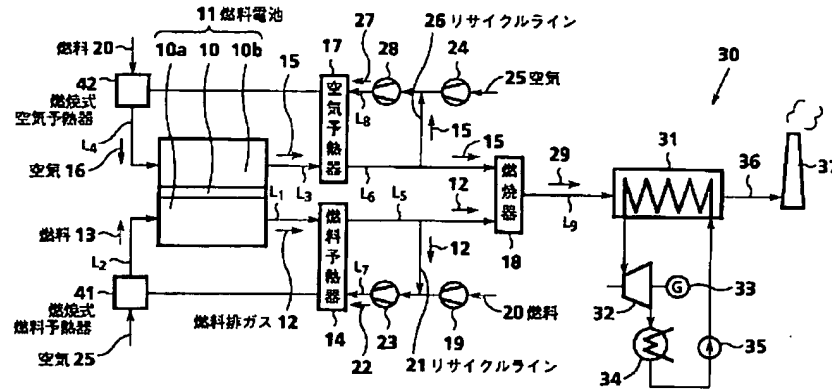
【図3】



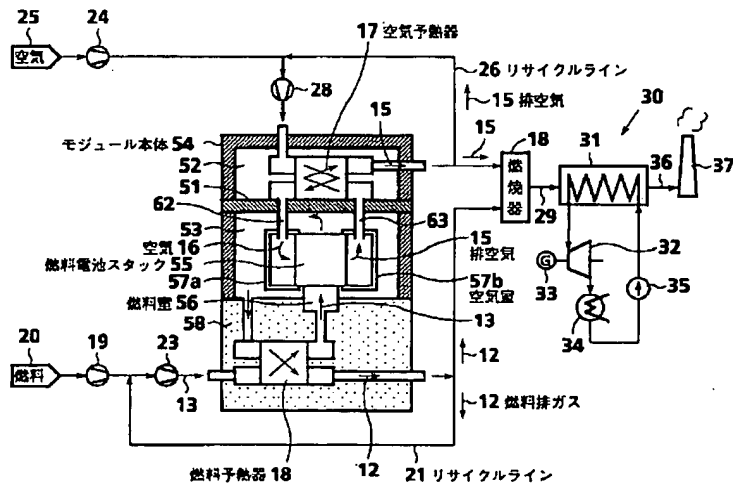
【図6】



【図4】



【図5】



25 空気

24

17 空気予熱器

28

15 排空気

18 燃焼器

30

31

36

37

76

73

15

71

74

72

75

排空気 15

空気 16

79c

79a

79b

12

78

80

81

77

79

13

12

20 燃料

19

23

13

18

12

21 リサイクルライン

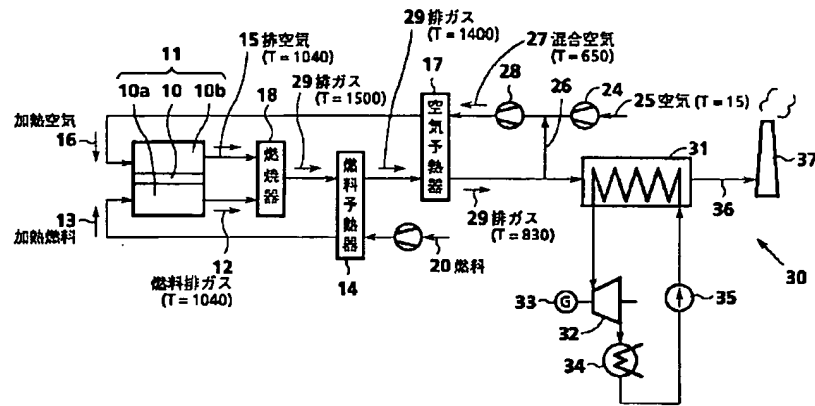
32

33

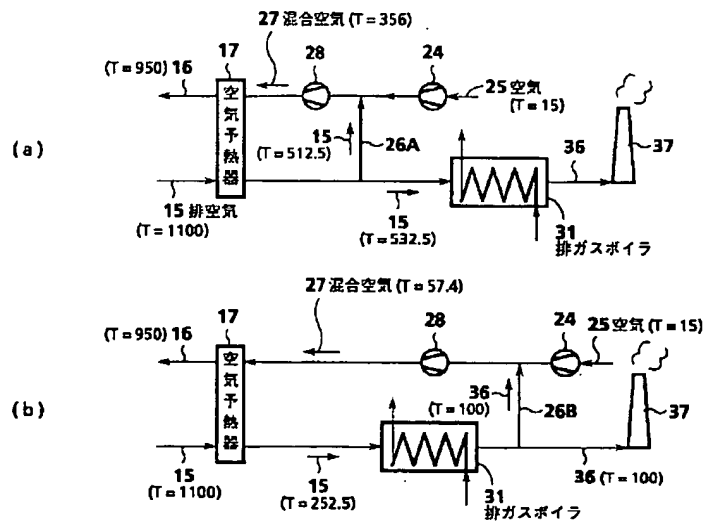
34

35

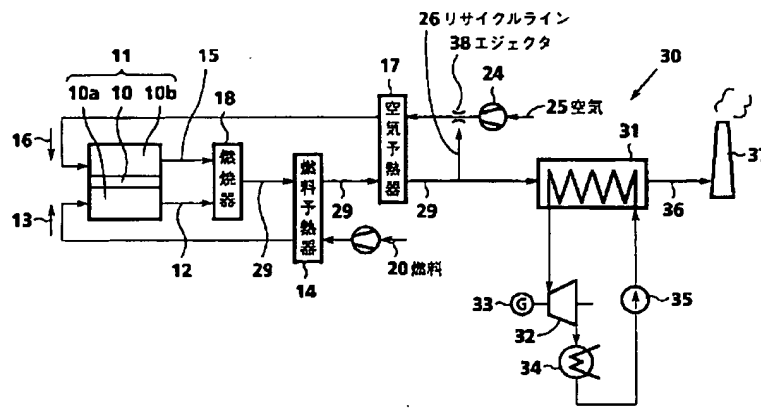
【図9】



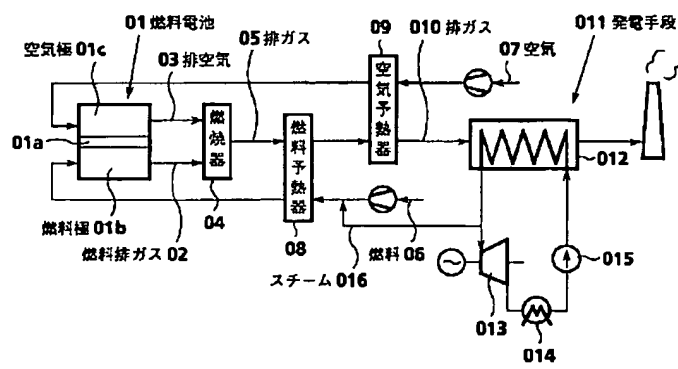
【図10】



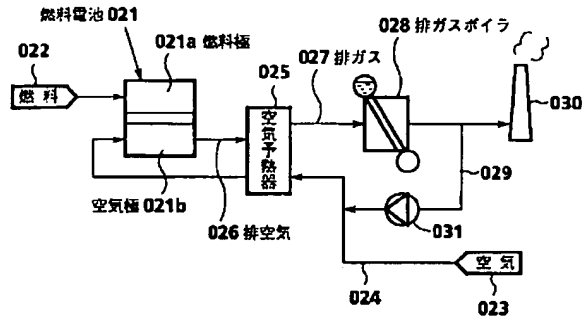
【図11】



【図12】



【図13】



---

フロントページの続き

(72)発明者 池本 泰彦  
兵庫県神戸市兵庫区和田崎町一丁目1番1  
号 三菱重工株式会社神戸造船所内

Fターム(参考) 5H026 AA06  
5H027 AA06 BA19 BC19 DD02



**\* NOTICES \***

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the generation-of-electrical-energy system using the solid electrolyte fuel cell which aimed at improvement in system efficiency.

[0002]

[Description of the Prior Art] The generation-of-electrical-energy system using a solid electrolyte fuel cell (it is called a "fuel cell" below SOFC: Solid Oxide Fuel Cells:) is variously proposed from before. The above-mentioned fuel cell makes fuel gas hydrogen or hydrocarbon system gas (for example, methane etc.), and air is used for it as an oxidizer, and it is generating electricity by the cell reaction in the high temperature service of about 1000-degree-C order (900-1200 degrees C).

[0003] An example of the generation-of-electrical-energy system using the conventional fuel cell is shown in drawing 12. The fuel cell 01 with which the generation-of-electrical-energy system using the conventional fuel cell equipped the both sides of solid electrolyte 01a with fuel electrode 01b and air pole 01c, The combustor 04 which burns the fuel exhaust gas 02 and exhaust 03 which were respectively discharged from fuel electrode 01b of this fuel cell 01, and air pole 01c, The fuel preheater 08 and air preheater 09 which heat respectively beforehand the fuel 06 and air 07 which are supplied newly using the exhaust gas 05 from this combustor 04, It has the exhaust gas generation-of-electrical-energy means 011 which generates electricity using the exhaust gas 010 after this preheating. This exhaust gas generation-of-electrical-energy means 011 consists of the steam turbine 012, a generator 013, a condenser 014, and a feed pump 015, and some steam 016 is introduced into the fuel supply line for humidification of a fuel 06.

[0004] Other examples of a generation-of-electrical-energy system which used other conventional fuel cells for drawing 13 are shown. The fuel 022 is supplied to fuel electrode 021b of a fuel cell 021, and, as for the generation-of-electrical-energy system using other fuel cells, air 023 is supplied to one air pole 021b. The air preheater 025 is infixed in the supply line 024 of this air 023, and heat exchange is carried out to it using the heat of the exhaust 026 discharged from air pole 021b. The exhaust gas boiler 028 is formed in exhaust gas Rhine of the exhaust gas 027 from the above-mentioned air preheater 025, the part is mixed with the air 023 which is returned to air supply Rhine 024 and supplied by the circulation blower 031, and the exhaust 029 discharged from this exhaust gas boiler 028 is introduced to the air preheater 025 while it is discharged from a chimney stack 030.

[0005] however, in the conventional fuel cell generation-of-electrical-energy system as shown in drawing 12 Since gas flow is an one direction, in order to carry out whenever [ cell internal temperature ] into an allowed value, when a lot of fuels and air are needed, Since exhaust gas 010 is supplied to the generation-of-electrical-energy means 011 of a bottoming system after passing a combustor 04, the fuel preheater 08, and an air preheater 09 and using the sensible heat of exhaust gas 05 The inlet gas temperature supplied to the steam turbine 012 of a bottoming system was low, and there was a problem that bottoming effectiveness was low.

[0006] In other conventional fuel cell generation-of-electrical-energy systems shown in drawing 13 on the other hand, although the preheating of the air is carried out by supplying the exhaust 029 discharged from an exhaust gas boiler 028 to the air 023 to supply, the temperature of exhaust 029 before being discharged in a chimney stack 030 has the problem that it is low and is not an efficient preheating.

[0007] Then, this invention aims at offering the fuel cell generation-of-electrical-energy system which raises the use effectiveness of the whole system with improvement in the generating efficiency of a fuel cell in view of the above-mentioned problem.

[0008]

[Means for Solving the Problem] Invention of [claim 1] which solves the technical problem mentioned above After using the exhaust discharged from the air pole of the body of a fuel cell as heat of the heat exchange of an air preheater in the generation-of-electrical-energy system of a fuel cell using a solid electrolyte, while mixing with the air to which the part is supplied, carrying out the preheating of this air and presenting reuse After using the fuel exhaust gas discharged from the

fuel electrode of the body of a fuel cell as heat of the heat exchange of a fuel preheater, it is characterized by mixing with the fuel to which the part is supplied, carrying out the preheating of this fuel, and presenting reuse.

[0009] In claim 1, invention of [claim 2] is characterized by feeding the fuel after the above-mentioned mixing into a fuel preheater by the fuel circulation blower while it feeds the air after the above-mentioned mixing into an air preheater by the air circulation blower.

[0010] While feeding into an air preheater, invention of [claim 3] performing mixing with the above-mentioned supply air and exhaust with an ejector in claim 1, it is characterized by feeding into a fuel preheater, an ejector performing mixing with the above-mentioned supply fuel and fuel exhaust gas.

[0011] Invention of [claim 4] introduces a small amount of air, before it supplies the fuel by which the preheating was carried out with the above-mentioned fuel preheater to a fuel electrode, and is characterized by heating to fuel cell reaction temperature while it introduces a little fuel and heats it to fuel cell reaction temperature, before it supplies the air by which the preheating was carried out with the above-mentioned air preheater to an air pole in claim 2 or 3.

[0012] Invention of [claim 5] is characterized by having the combustor which it mixes [ combustor ] and burns the remainder of the exhaust used for the preheating of the above-mentioned air, and the remainder of the fuel exhaust gas used for the preheating of the above-mentioned fuel in claim 1.

[0013] Invention of [claim 6] is characterized by using the exhaust gas after the combustion from the above-mentioned combustor as a heat source of a generation-of-electrical-energy means in claim 5.

[0014] In the generation-of-electrical-energy system of the fuel cell which used the solid electrolyte, the exhaust discharged from the air pole of the body of a fuel cell and the fuel exhaust gas discharged from the fuel electrode of the body of a fuel cell burn with a combustor, and after using for the preheating of the air which supplies hot exhaust gas, and a fuel, respectively, invention of [claim 7] is mixed with the air to which a part of the combustion gas is supplied, and if the preheating of this air is carried out and it is reused, it will be characterized by things.

[0015] Invention of [claim 8] is characterized by feeding the air after the above-mentioned mixing into an air preheater by the air circulation blower in claim 7.

[0016] It is characterized by feeding into an air preheater, invention of [claim 9] performing mixing with the above-mentioned supply air and exhaust with an ejector in claim 7.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Although the gestalt of operation of the fuel cell generation-of-electrical-energy system by this invention is explained below, this invention is not limited to the gestalt of these operations.

[0018] The gestalt of operation of the 1st of [gestalt of the 1st operation] this invention is explained using drawing 1.

Drawing 1 is the schematic diagram of a fuel cell generation-of-electrical-energy system. As shown in drawing 1, the fuel cell generation-of-electrical-energy system concerning the gestalt of this operation The fuel cell 11 which comes to prepare fuel electrode 10a and air pole 10b for the both sides of a solid electrolyte 10, It is fuel electrode outlet Rhine L1 about the fuel exhaust gas 12 from above-mentioned fuel electrode 10a. It minds and introduces and is fuel electrode inlet-port Rhine L2 to the above-mentioned fuel electrode 10a. The fuel preheater 14 which minds and heats the fuel 13 to supply beforehand, The exhaust 15 from above-mentioned air pole 10b is introduced through air pole outlet Rhine L3, and it is air pole inlet-port Rhine L4 to air pole 10b. The air preheater 17 which minds and heats the air 16 to supply beforehand, It is the fuel exhaust gas 12 and exhaust 15 from these fuels preheater 14 and an air preheater 17 Combustor Rhine L5 and L6 The combustor 18 which it minds, and burns these after introducing, above-mentioned combustor Rhine L5 from -- with the recycle line 21 which introduces fuel exhaust gas 12 before carrying out branching and introducing to this combustor 18 to the new fuel 20 supplied by the fuel blower 19 from the exterior The fuel recycle blower 23 which supplies the composite fuel 22 with which it was infixed in fuel preheater inlet-port Rhine L7, the new fuel 20 and fuel exhaust gas 12 were mixed, and temperature rose to the fuel preheater 14, above-mentioned combustor Rhine L6 from -- with the recycle line 26 which introduces exhaust 15 before carrying out branching and introducing to this combustor 18 to the new air 25 supplied by the air blower 24 from the exterior Air-preheater inlet-port Rhine L8 The air recycle blower 28 which supplies the mixed air 27 to which it was infixed, the new air 25 and exhaust 15 were mixed, and temperature rose to an air preheater 17, Exhaust gas Rhine L9 from the above-mentioned combustor 18 It has the exhaust gas generation-of-electrical-energy means 30 which generates electricity using the combustion gas 29 discharged. The above-mentioned exhaust gas generation-of-electrical-energy means 30 is called the so-called bottoming cycle, consists of an exhaust gas boiler 31, the steam turbine 32, a generator 33, a condenser 34, and a feed pump 35, and has discharged the exhaust gas 36 of the low temperature discharged from the above-mentioned exhaust gas boiler 31 from the chimney stack 37 to the exterior.

[0019] After being used for heat exchange within the fuel preheater 14, while mixing with the fuel 20 supplied by the recycle line 21 from the outside and reusing the fuel exhaust gas 12 discharged from fuel electrode 10a of the body 11 of a fuel cell in the above-mentioned system By mixing with the air 25 supplied by the recycle line 21 from the outside, and reusing the exhaust 15 discharged from air pole 10b of the body 11 of a fuel cell, after being used for heat exchange within an air preheater 17 While a fuel and the efficient preheating of air are made, remaining fuel exhaust gas 12 and

exhaust 15 burn with a combustor 18, and contribute the hot combustion gas 29 in this combustor 18 to improvement in the generating efficiency of the exhaust gas generation-of-electrical-energy means 30 in a bottoming cycle.

[0020] That is, since the air 25 newly introduced will be mixed with the exhaust 15 supplied by the recycle line 26 when performing heat exchange in an air preheater if air is made into an example as shown in the example of a trial mentioned later for example, a preheating is made to some extent and the heat exchange effectiveness in an air preheater 17 becomes high. Moreover, since temperature is high, the fuel exhaust gas 12 and exhaust 15 which are supplied to a combustor 18 are exhaust gas Rhine L9. The temperature of the exhaust gas 29 which minds and is supplied to the generation-of-electrical-energy means 30 becomes high. Consequently, the thermal efficiency of an exhaust gas boiler can improve and improvement in generating efficiency can be aimed at. moreover, since installation of a combustor 18 is moreover made into just before the generation-of-electrical-energy means 30 by the back-wash side of branching of the recycle lines 21 and 26, exhaust gas temperature rises by combustion of fuel exhaust gas 12 and exhaust 15, the gas to the exhaust gas boiler 31 of the generation-of-electrical-energy means 30 to supply can be made into an elevated temperature, and the generating efficiency in a bottoming cycle also improves.

[0021] The heat mass balance of the generation-of-electrical-energy system in which the effectiveness of <example 1 of trial> this invention is shown is explained below. Drawing 2 is an example of the heat mass-balance map of the generation-of-electrical-energy system shown in drawing 1 . Here, T shows temperature (degree C) among drawing 2 , and M shows the amount of masses (x103 Mmol/h). Moreover, the systems specification of the system shown in drawing 2 is shown in "Table 1."

[0022]  
[Table 1]

	燃料電池	スチームボイ	合計
プラント出力（発電端）	8 4 MW	2 3 MW	1 0 7 MW
プラント熱効率（発電端）	4 8. 4 %	1 3. 6 %	6 2. 0 %
燃料利用率	8 3. 9 %		
空気利用率／空気比	7 9. 9 %／1. 0 5		
出力密度	0. 3 9 0 W/cm <sup>2</sup>		
運転電圧	0. 7 V		
電池入口 S／C	0. 4 2		
内部改質率	1 0 0 %		

[0023] First, although the discharged fuel exhaust gas 12 has the fall to 1041 degrees C to 645 degrees C in the heat exchange of the fuel preheater 18, it is mixing with the fuel 20 newly introduced by the recycle line 21, and carrying out recycling of this fuel exhaust gas 12, and the temperature of the fuel 20 newly supplied rises to 259 degrees C. Therefore, the heat exchange load of the fuel preheater 18 will be reduced if it sees synthetically. As for this, the same is said of an air side. Moreover, it burns with a combustor 18, the hot exhaust gas 29 of 930 degrees C is generated here, and the remaining exhaust 15 and the remaining fuel exhaust gas 12 by which branching is not carried out to the recycle lines 21 and 26 are exhaust gas Rhine L9. It can mind and this elevated-temperature exhaust gas 29 can be supplied to the gas generation-of-electrical-energy means 30. Consequently, in an exhaust gas boiler 31, hot steam can be obtained and generating efficiency improves. As a result of carrying out like this invention, as shown in Table 1, a generation-of-electrical-energy system without a loss can be built. According to this invention, heating of a system and temperature averaging can attain few energy-ization which can be performed with few air and a few fuel, and can aim at improvement in the dependability of a fuel cell. Moreover, since he is trying to circulate through the fuel exhaust gas which did not contribute to a reaction, in external supply of a steam required for fuel reforming becoming unnecessary and attaining simple-ization of equipment of it, efficient-ization of a system is attained by improvement in a fuel utilization rate.

[0024] The gestalt of operation of the 2nd of [gestalt of the 2nd operation] this invention is explained using drawing 3 . Drawing 3 is the schematic diagram of a fuel cell generation-of-electrical-energy system. Mixing with the fuel 20 and the fuel exhaust gas 12 which are newly supplied in the system concerning the gestalt of the 1st operation shown in drawing 1 what connected and carried out natural mixing of Rhine by the recycle blower 23 it is made to lead to the fuel preheater 14 -- \*\*\*\* (the same is said of air) -- with the gestalt of this operation shown in drawing 3 , it considers as the system which mixes compulsorily mixing with a new fuel and fuel exhaust gas, and mixing with new air and exhaust using EJUKUTA, and is fed into a preheater. In addition, since other configurations are the same as that of drawing 1 , the same sign as drawing 1 is attached and the explanation is omitted. As shown in drawing 3 , while performing mixing with fuel exhaust gas 12 and the new supply fuel 20 using an ejector 38, in this system, it is made to perform mixing with exhaust 15 and the new supply air 25 using an ejector 39. Thus, gas recycle in the elevated-temperature field which cannot use the existing recycle blower is attained by using ejectors 38 and 39.

[0025] The gestalt of operation of the 3rd of [gestalt of the 3rd operation] this invention is explained using drawing 4 . Drawing 4 is the schematic diagram of a fuel cell generation-of-electrical-energy system. In the system of drawing 1 , the fuel cell generation-of-electrical-energy system shown in drawing 4 installs a partial combustion means, when whenever

[ fuel gas/ before supply to a fuel cell 11 / 13 and stoving temperature / of air 16 ] is low. It is the fuel supply line L2 by which the preheating was beforehand carried out by the fuel heat exchanger 14 as the above-mentioned partial combustion means here as shown, for example in drawing 4 . By carrying out little supply of the air 25 from the exterior, if it is the combustion equation-fuel preheater 41 to infix, it is burning some fuels 13 by which the preheating's was carried out, and the supplied air 25, and raising the temperature of distributed gas, and the fuel itself is followed, burned and carried out. Air supply Rhine L4 by which the preheating was beforehand carried out by the air heat exchanger 17 on the other hand If it is the combustion equation fuel preheater 42 to infix, the air itself will be followed, burned and carried out by carrying out little supply of the fuel 20 from the exterior by burning a part of air 16 by which the preheating was carried out, and the supplied fuel 20, and raising the temperature of distributed gas.

[0026] Although it is necessary to have a heat exchanger with a still bigger heating area in order to raise 30 degrees C of gas temperature, if it is original according to the gestalt of this operation, temperature can be easily raised from 920 degrees C to 950 degrees C which is an efficient gas temperature of a fuel cell, without enlarging this heat exchanger.

[0027] The gestalt of operation of the 4th of [gestalt of the 4th operation] this invention is explained using drawing 5 . Drawing 5 shows an example of the system using the fuel cell module which materialized the fuel cell part of the system of drawing 1 .

[0028] As shown in drawing 5 , the fuel cell module concerning the gestalt of this operation The body 54 of a module which arranges a septum 51 and comes to classify the interior into two rooms of the up room 52 and the lower room 53, The fuel cell stack 55 which comes to carry out the double layer of the generation-of-electrical-energy film which was prepared in the lower room 53 of the above-mentioned body 54 of a module, and prepared the air pole and the fuel electrode in both sides, The combustion chamber 56 which supplies the fuel 13 which it was prepared in the inferior-surface-of-tongue side (ground side) of the above-mentioned fuel cell stack 55, and was fully heated to generation-of-electrical-energy temperature, Air chamber 57b which discharges air chamber 57a and exhaust 15 which supply the air 16 which came to be allotted to the both-sides side of the above-mentioned fuel cell stack 55 respectively, and was fully heated to generation-of-electrical-energy temperature to this fuel cell stack 55, The air preheater 17 which warms the air 16 which it is prepared in the up room 52 of the above-mentioned body 54 of a module, and is supplied to the above-mentioned air chamber 57a, It is prepared in the base section 58 of the above-mentioned body 54 of a module, and comes to provide the fuel preheater 18 which heats the fuel 13 supplied to the above-mentioned combustion chamber 56. With the gestalt of this operation here, the up room 52 which classified the above-mentioned body 54 of a module by the septum 51 was called the air-preheat room which arranged the air preheater 17 which heats beforehand the air 25 supplied from the outside, and the lower room 53 is called the stack room which contains the fuel cell stack 55.

[0029] In addition, the recycle line 21 of fuel exhaust gas 12 other than the configuration mentioned above, The fuel circulation blower 23 which supplies the mixed gas 22 mixed with fuel exhaust gas 12 and the new fuel 20 supplied by the fuel blower 19 to the fuel preheater 14, The recycle line 26 of exhaust 15, and the air circulation blower 28 which supplies the mixed gas 27 mixed with exhaust 15 and the new air 25 supplied by the air blower 24 to an air preheater 17, Since the generation-of-electrical-energy system 30 of the bottoming cycle which generates fuel exhaust gas 12 and exhaust 15 using the exhaust gas 29 from the burning combustor 18 and this combustor 18 is the same as that of what is shown in drawing 1 , it attaches the same sign. In addition, since it is made to burn with the combustor 18 which taken about and transported with fuel exhaust gas 12 and exhaust 15, and was prepared near the gas turbine 31 since it was made to prepare near the gas turbine 31, without forming a combustor 18 in the module of the gestalt of this operation, the heat loss by taking about hot exhaust gas after combustion can be prevented.

[0030] With the gestalt of this operation, as shown in drawing 6 , the above-mentioned fuel cell stack 55 carried out small quantity (for example, nine steps) successive installation through the interconnector by turns in the condition of having stood up the generation-of-electrical-energy film, it should come to constitute the substack 61, should connect these substacks using the current collection member (not shown) alternately with two or more trains (for example, ten trains: 61-1 to 61-10), and should be taken as the freight-car-like horizontal stack. The air supply tubing 62 and the air exhaust pipe 63 are connected with this freight-car-like horizontal stack 55 alternately with right and left, for example, the air 16 supplied from the air-preheat room when the 1st substack 61-1 was made into the example was made to supply to left-hand side air chamber 57a, and exhaust 15 is discharged from right-hand side air chamber 57b after cell reaction termination. In addition, the collecting electrode plate 65 equipped with the current collection rod 64 is respectively formed in the substack 61-1 located in the both ends of the freight-car-like horizontal stack 55, and 61-10, and the current is collected by these.

[0031] The gestalt of operation of the 5th of [gestalt of the 5th operation] this invention is explained using drawing 7 . Drawing 7 shows an example of the system using the fuel cell module which materialized the fuel cell part of the system of drawing 1 .

[0032] The fuel cell module concerning the gestalt of this operation The body 76 of a module which arranges the septa 71 and 72 of gas impermeability of two sheets, and comes to classify the interior into three rooms, the up room 73, the pars intermedia store 74, and the lower room 75, The fuel cell stack 77 which comes to carry out the double layer of the

generation-of-electrical-energy film which was prepared in the lower room 75 of the above-mentioned body 76 of a module, and prepared the air pole and the fuel electrode in both sides, The combustion chamber 78 which is prepared in the inferior-surface-of-tongue side of the above-mentioned fuel cell stack 77, and supplies a fuel 13, The air chamber 79 which discharges exhaust 15 while coming to be allotted to the both-sides side of the above-mentioned fuel cell stack 77 respectively and supplying air 16 to this fuel cell stack 77, It is prepared in the up room 73 of the above-mentioned body 76 of a module, and comes to provide the air preheater 17 which heats the air 16 supplied to the above-mentioned air chamber 79. The air supply tubing 80 which sets a lower room to supply air chamber 79c while vertical two piece housing of the above-mentioned air chamber 79 is carried out by septum 79a and setting an up room to exhaust room 79b, and opens the above-mentioned air preheater 17 and the above-mentioned supply air chamber 79c for free passage (inner tube), The perimeter of this air supply tubing 80 is covered, the air exhaust pipe (outer tube) 81 which opens for free passage the pars intermedia store 74 prepared between the up room 73 of the above-mentioned body 76 of a module and the lower room 75 and the above-mentioned exhaust room 79b is formed, and it is considering as double pipe structure. [0033] With the gestalt of this operation here, the up room 73 which classified the above-mentioned body 76 of a module by the septa 71 and 72 of gas impermeability is made into an air-preheat room, the lower room 75 is made into the stack room which contains the fuel cell stack 77, and the pars intermedia store 74 is made into the \*\*\*\*\* room which stores exhaust 15 temporarily.

[0034] And while introducing the air 16 by which the preheating was carried out with the air preheater 17 to supply air chamber 79c through the air supply tubing 80, he is trying to send the exhaust 15 from exhaust room 79b to the pars intermedia store 74 through the air exhaust pipe 81. Moreover, it mixes with the fuel 20 with which circulation use is carried out, it is introduced to the fuel preheater 18, and the part is newly supplied by the recycle line 21 after that, and the fuel exhaust gas 12 from the fuel cell stack 77 is reused, although discharged by the lower room 75. After it carries out the preheating of the air 25 newly supplied with an air preheater 17, exhaust 15 is discharged outside, uses the part for the preheating of air with the recycle line 26, and the remainder is introduced into a combustor 18, burns with fuel exhaust gas 12, and generates here hot exhaust gas 29, and it can supply it to the gas generation-of-electrical-energy means 30 through exhaust gas Rhine. Consequently, in an exhaust gas boiler 31, hot steam can be obtained and generating efficiency improves.

[0035] Moreover, since the \*\*\*\*\* room which stores temporarily the exhaust 15 which is the pars intermedia store 75 is established in the lower part side of the air-preheat room which is the up room 73, the whole air-preheater 17 lower part can be kept warm.

[0036] With the gestalt of this operation, as shown in drawing 8, the above-mentioned fuel cell stack 77 carried out small quantity (for example, nine steps) successive installation through the interconnector by turns in the condition of having stood up the generation-of-electrical-energy film, it should come to constitute the substack 77, should connect these substacks alternately with two or more trains (for example, ten trains) using the current collection member (not shown), and should be taken as the freight-car-like horizontal stack. In the gestalt of this operation, moreover, the air chamber 79 prepared in the both sides of the above-mentioned stack 77 While the air 16 by which the preheating was carried out to the elevated temperature with the above-mentioned air preheater 17 is supplied to the interior through the air supply tubing (inner tube) 80 The air exhaust pipe (outer tube) 81 is minded for the exhaust 15 discharged to the slanting upper part after a cell reaction. To the \*\*\*\*\* room of the pars intermedia store 74 Delivery, The exhaust 15 stored here heats new air 25 with an air preheater 17, and is carrying out heat exchange of this combustion gas 28 to the air 20 which is introduced into an air preheater 23 after that, and is introduced from the outside to the exterior after that. Thus, since supply of air 16 and discharge of exhaust 15 are performed through double tubing (the air supply tubing 80, air exhaust pipe 81), the heat of exhaust can be used for the temperature up of a supply air, without needing special equipment, and the function of a heat exchanger can be endowed with the part concerned.

[0037] The gestalt of operation of the 6th of [gestalt of the 6th operation] this invention is explained using drawing 9. Drawing 9 shows the application of the fuel cell generation-of-electrical-energy system of drawing 1.

[0038] Although the preheating of the fuel and air both which are shown in drawing 1 and which are newly supplied with the gestalt of the 1st operation is carried out, the gestalt of this operation shows the example of a system which heats only the newly supplied air beforehand.

[0039] As shown in drawing 9, the fuel cell generation-of-electrical-energy system concerning the gestalt of this operation The fuel cell 11 which comes to prepare fuel electrode 10a and air pole 10b for the both sides of a solid electrolyte 10, The combustor 18 which burns the exhaust 15 from the fuel exhaust gas 12 and the air preheater 17 from above-mentioned fuel electrode 10a, The fuel preheater 14 which heats the fuel 20 newly introduced using the heat of the exhaust gas 29 after combustion with this combustor 18, The air preheater 17 which heats air using the heat of the exhaust gas 29 from this fuel preheater 14, The recycle line 26 which introduces a part of exhaust gas 29 from this air preheater 17 to the new air 25 supplied by the air blower 24 from the exterior, It has the air recycle blower 28 which supplies the mixed air 27 to which the new air 25 and exhaust gas 29 were mixed, and temperature rose to an air preheater 17, and the exhaust gas generation-of-electrical-energy means 30 which generates electricity using the exhaust gas 29 from the above-

mentioned air preheater 17. The above-mentioned exhaust gas generation-of-electrical-energy means 30 is called the so-called bottoming cycle, consists of an exhaust gas boiler 31, the steam turbine 32, a generator 33, a condenser 34, and a feed pump 35, and has discharged the exhaust gas 36 of the low temperature discharged from the above-mentioned exhaust gas boiler 31 from the chimney stack 37 to the exterior.

[0040] By burning the fuel exhaust gas (1040 degrees C) 12 and the exhaust (1040 degrees C) 15 from an air preheater 17 which were discharged from fuel electrode 10a of the body 11 of a fuel cell with a combustor 18 in the above-mentioned system Although hot exhaust gas (1500 degrees C) can be obtained, the preheating of a fuel 20 and the air is carried out one by one with the fuel preheater 14 and an air preheater 17 and the temperature of exhaust gas 29 falls with 830 degrees C, this exhaust gas by the recycle line 26 He raises the temperature of mixed air with 650 degrees C, and is trying to reduce the load of the heat exchange in an air preheater by making it mix with the air 25 newly introduced. Moreover, he is trying to also raise the generating efficiency of the exhaust gas generation-of-electrical-energy means 30 in a bottoming cycle. In addition, the fuel preheater 14 and an air preheater 17 should just use the heat exchanger of the ceramics, when carrying out hot (1200 degrees C or more) heat exchange.

[0041] The heat mass balance supplied to the generation-of-electrical-energy system of this invention for proving the effectiveness of <example 2 of trial> this invention and the conventional technique is explained below. Drawing 10 is an example of the heat mass-balance map by the side of the air of the generation-of-electrical-energy system shown in drawing 9 . Here, T shows temperature (degree C) among drawing 10 .

[0042] Drawing 10 (a) is the specimen of this invention, and drawing 10 (b) is the comparison article of the example of a comparison shown in drawing 13 . a system configuration -- both -- the trial system through which it circulates by recycle line 26A before supposing that it is the same and supplying the exhaust 15 from the air pole of a fuel cell to an exhaust gas boiler 31 -- (-- in the style side before drawing 10 (a)) and an exhaust gas boiler 31, without preparing a recycle line, recycle line 26B was prepared by the back-wash side of an exhaust gas boiler 31, and the system ( drawing 10 (b)) was compared conventionally which was recycled to the air preheater 17. The circulating load which both recycle for condition equalization presupposes that it is the same, and the thermal transmittance of the heat exchange of an air preheater sets it constant with 30 Kcal/m2hdegree C, and it is also considering the exhaust gas presentation as as [ air ]. In addition, the point made into the temperature in which heat exchange is possible differs from drawing 9 by the heat exchanger of 1100 degrees C and iron. [ temperature / of the exhaust 15 supplied to an air preheater 17 ] The result is shown in Table 2.

[0043]

[Table 2]

	試験例	従来例
排ガスボイラ入口ガス温度	5 3 3℃	2 5 3℃
排ガスボイラ吸収熱量	1 1 5 8 2 kcal/h	7 7 9 7 kcal/h
排ガスボイラ温水製造量	8 1. 7 kg/h	4 1. 5 kg/h
排ガスボイラ必要電熱面積	2. 1 3 m²	3. 8 5 m²
空気予熱器必要電熱面積	7. 2 8 m²	9. 9 0 m²
合 計	9. 4 1 m²	1 3. 7 5 m²

[0044] The amount of warm water manufactures in the exhaust gas boiler which is the effectiveness by the side of a bottoming cycle when carrying out recycling of the exhaust 15 immediately after discharging from an air preheater 17 by recycle line 26A, as shown in Table 2 and drawing 10 (a) improves to 1.5 or more times compared with the example of a comparison, and, moreover, the amount of synthesis of the need electric heat area of an air preheater 17 and an exhaust gas boiler is also 2 9.41m. It became clear that it may be very few.

[0045] The gestalt of operation of the 7th of [gestalt of the 7th operation] this invention is explained using drawing 11 . Drawing 11 is the schematic diagram of a fuel cell generation-of-electrical-energy system. Mixing with the air 25 and the exhaust gas 29 which are newly supplied in the system concerning the gestalt of the 6th operation shown in drawing 9 is taken as the system which mixes compulsorily mixing with the new air 29 and exhaust gas 29 using EJUKUTA, and is fed into a preheater with the gestalt of this operation which shows it to drawing 11 although he is trying to lead what connected and carried out natural mixing of Rhine to an air preheater 17 by the recycle blower 28. In addition, since other configurations are the same as that of drawing 9 , the same sign as drawing 9 is attached and the explanation is omitted.

[0046] As shown in drawing 11 , in this system, it is made to perform mixing with exhaust gas 29 and the new supply air 25 using an ejector 38. Thus, by using an ejector 38, gas recycle in the elevated-temperature field which cannot use the existing recycle blower is attained.

[0047]

[Effect of the Invention] In the generation-of-electrical-energy system of a fuel cell using the solid electrolyte according to [ as stated above ] invention of [claim 1] After using the exhaust discharged from the air pole of the body of a fuel cell



as heat of the heat exchange of an air preheater, while mixing with the air to which the part is supplied, carrying out the preheating of this air and presenting reuse Since it mixes with the fuel to which the part is supplied, the preheating of this fuel is carried out and reuse is presented after using the fuel exhaust gas discharged from the fuel electrode of the body of a fuel cell as heat of the heat exchange of a fuel preheater, a fuel and the efficient preheating of air are made. Moreover, improvement in a fuel utilization rate is also attained.

[0048] Since according to invention of [claim 2] the fuel after the above-mentioned mixing is fed into a fuel preheater by the fuel circulation blower in claim 1 while feeding the air after the above-mentioned mixing into an air preheater by the air circulation blower, the gas after heat exchange serves as low temperature, and feeding of it is attained by the low-temperature blower.

[0049] Since it feeds into a fuel preheater, an ejector performing mixing with the above-mentioned supply fuel and fuel exhaust gas while feeding into an air preheater in claim 1 according to invention of [claim 3], an ejector performing mixing with the above-mentioned supply air and exhaust, gas recycle in the elevated-temperature field which cannot use the existing recycle blower is attained.

[0050] While according to invention of [claim 4] introducing a little fuel and heating to fuel cell reaction temperature before supplying the air by which the preheating was carried out with the above-mentioned air preheater to an air pole in claim 2 or 3 It can be made to go up easily to an efficient gas temperature of a fuel cell, since a small amount of air is introduced and it heats to fuel cell reaction temperature, before supplying the fuel by which the preheating was carried out with the above-mentioned fuel preheater to a fuel electrode, without having an exchanger with a big heating area.

[0051] Since it had the combustor which it mixes [ combustor ] and burns the remainder of the exhaust used for the preheating of the above-mentioned air, and the remainder of the fuel exhaust gas used for the preheating of the above-mentioned fuel in claim 1 according to invention of [claim 5], remaining fuel exhaust gas and exhaust are burned with a combustor, and a hot combustion gas can be obtained.

[0052] According to invention of [claim 6], in claim 5, since the exhaust gas after the combustion from the above-mentioned combustor is used as a heat source of a generation-of-electrical-energy means, remaining fuel exhaust gas and exhaust burn with a combustor, and a hot combustion gas contributes them to improvement in the generating efficiency in the exhaust gas generation-of-electrical-energy means in a bottoming cycle.

[0053] In the generation-of-electrical-energy system of a fuel cell using the solid electrolyte according to invention of [claim 7] The exhaust discharged from the air pole of the body of a fuel cell and the fuel exhaust gas discharged from the fuel electrode of the body of a fuel cell are burned with a combustor. Since it mixes with the air to which a part of the combustion gas is supplied, and the preheating of this air is carried out and it is reused after using for the preheating of the air which supplies hot exhaust gas, and a fuel, respectively, the efficient preheating of air is made and it comes out to attain miniaturization of a heat exchanger.

[0054] According to invention of [claim 8], since the air after the above-mentioned mixing is fed into an air preheater by the air circulation blower in claim 7, when the gas after heat exchange is low temperature, feeding becomes possible by the low-temperature blower.

[0055] Since it feeds into an air preheater in claim 7 according to invention of [claim 9], an ejector performing mixing with the above-mentioned supply air and exhaust, gas recycle in the elevated-temperature field which cannot use the existing recycle blower is attained.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] After using the exhaust discharged from the air pole of the body of a fuel cell as heat of the heat exchange of an air preheater in the generation-of-electrical-energy system of a fuel cell using a solid electrolyte, while mixing with the air to which the part is supplied, carrying out the preheating of this air and presenting reuse The fuel cell generation-of-electrical-energy system characterized by mixing with the fuel to which the part is supplied, carrying out the preheating of this fuel, and presenting reuse after using the fuel exhaust gas discharged from the fuel electrode of the body of a fuel cell as heat of the heat exchange of a fuel preheater.

[Claim 2] The fuel cell generation-of-electrical-energy system characterized by feeding the fuel after the above-mentioned mixing into a fuel preheater by the fuel circulation blower in claim 1 while feeding the air after the above-mentioned mixing into an air preheater by the air circulation blower.

[Claim 3] The fuel cell generation-of-electrical-energy system characterized by feeding into a fuel preheater, an ejector performing mixing with the above-mentioned supply fuel and fuel exhaust gas while feeding into an air preheater in claim 1, an ejector performing mixing with the above-mentioned supply air and exhaust.

[Claim 4] The fuel cell generation-of-electrical-energy system characterized by introducing a small amount of air before supplying the fuel by which the preheating was carried out with the above-mentioned fuel preheater to a fuel electrode, while introducing a little fuel and heating to fuel cell reaction temperature before supplying the air by which the preheating was carried out with the above-mentioned air preheater to an air pole in claim 2 or 3, and heating to fuel cell reaction temperature.

[Claim 5] The fuel cell generation-of-electrical-energy system characterized by having the combustor which it mixes [ combustor ] and burns the remainder of the exhaust used for the preheating of the above-mentioned air, and the remainder of the fuel exhaust gas used for the preheating of the above-mentioned fuel in claim 1.

[Claim 6] The fuel cell generation-of-electrical-energy system characterized by using the exhaust gas after the combustion from the above-mentioned combustor as a heat source of a generation-of-electrical-energy means in claim 5.

[Claim 7] The fuel cell generation-of-electrical-energy system which will be characterized by things if the exhaust discharged from the air pole of the body of a fuel cell and the fuel exhaust gas discharged from the fuel electrode of the body of a fuel cell are burned with a combustor in the generation-of-electrical-energy system of a fuel cell using a solid electrolyte, and it mixes with the air to which a part of the combustion gas is supplied after using for the preheating of the air which supplies hot exhaust gas, and a fuel, respectively, and the preheating of this air is carried out and it is reused.

[Claim 8] The fuel cell generation-of-electrical-energy system characterized by feeding the air after the above-mentioned mixing into an air preheater by the air circulation blower in claim 7.

[Claim 9] The fuel cell generation-of-electrical-energy system characterized by feeding into an air preheater in claim 7, an ejector performing mixing with the above-mentioned supply air and exhaust.

---

[Translation done.]